

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



**Aktenzeichen:**

102 56 923.1

**Anmeldetag:**

5. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Liebherr-France SAS, Colmar Cede/FR

**Bezeichnung:**

Verfahren und Vorrichtung zur Bewegungdämpfung  
von Hydraulikzylindern mobiler Arbeitsmaschinen

**IPC:**

F 15 B und E 02 F



**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Scholz**



05.12.2002

02907-02 T/sh

**Liebherr-France SAS**  
**F-68005 Colmar/Cedex**

---

**Verfahren und Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern  
mobiler Arbeitsmaschinen**

---

**Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern mobiler Arbeitsmaschinen, insbesondere Hydraulikbaggern, bei dem vor Erreichen einer der Endlagen des Hydraulikzylinders dessen Bewegungsgeschwindigkeit reduziert und der Hydraulikzylinder mit reduzierter Geschwindigkeit in die jeweilige Endlage gefahren wird, wobei zur Geschwindigkeitsreduzierung mittels eines Strömungssteuerorgans der Zulauf und/oder der Ablauf des Hydraulikzylinders gedrosselt wird. Erfindungsgemäß zeichnet sich das Verfahren dadurch aus, dass vor Erreichen der jeweiligen Endlage die Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders erfasst und in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit der Anfangszeitpunkt der Drosselung verändert wird. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern mobiler Arbeitsmaschinen, insbesondere Hydraulikbaggern, mit einer Stellungserfassungseinrichtung zur Erfassung einer Vorendstellung des Hydraulikzylinders, einem Strömungssteuerorgan zur Drosselung des Zulaufs und/oder des Ab-

- 2 -

laufs des Hydraulikzylinders, sowie einer Steuereinrichtung zur Ansteuerung des Strömungssteuerorgans bei Erreichen der Vorendstellung. Erfindungsgemäß zeichnet sich die Vorrichtung dadurch aus, dass eine Geschwindigkeitserfassungseinrichtung zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders bei Erreichen der Vorendstellung vorgesehen ist und die Steuereinrichtung eine Verzögerungseinrichtung zur Verzögerung der Ansteuerung des Strömungssteuerorgans in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit aufweist.

05.12.2002  
02907-02 T/sh

**Liebherr-France SAS**  
**F-68005 Colmar/Cedex**

---

**Verfahren und Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern  
mobiler Arbeitsmaschinen**

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern mobiler Arbeitsmaschinen, insbesondere Hydraulikbaggern, wobei mittels einer Stellungserfassungseinrichtung das Erreichen einer Vorendstellung des Hydraulikzylinders erfasst wird, vor dem Erreichen der Endlagen des Hydraulikzylinders dessen Bewegungsgeschwindigkeit reduziert und der Hydraulikzylinder mit nur reduzierter Geschwindigkeit in die jeweilige Endlage gefahren wird. Hierzu ist ein Strömungssteuerorgan zur Drosselung des Zu- und/oder des Ablaufs des Hydraulikzylinders vorgesehen, das von einer Steuereinrichtung bei Erreichen der Vorendstellung entsprechend angesteuert wird, um den Mengenstrom zu drosseln, der in den Hydraulikzylinder bzw. aus diesem strömt.

Die Bewegungsdämpfung bzw. Endlagenabschaltung von Hydraulikzylindern sorgt dafür, dass die Geschwindigkeit der Hydraulikzylinder kurz vor Erreichen des mechanischen Endanschlags reduziert wird, um eine übermäßige mechanische Belastung der Stahlbauteile bedingt durch Massenkräfte durch die schlagartige Ver-

zögerung zu vermeiden und den Komfort während der Arbeit zu erhöhen. Für eine solche Bewegungsdämpfung wurden bereits hydraulische Lösungen als auch elektrische Abschaltungen vorgeschlagen.

Eine hydraulische Lösung zeigt Figur 7. Wie darin gezeigt ist, erfolgt der Antrieb von Hydraulikzylindern von Erdbearbeitungsmaschinen wie Hydraulikbaggern und dergleichen regelmäßig über eine Hydraulikpumpe 1 und ein nachgeschaltetes Wegeventil 4. Im Hydraulikzylinder 10 sind im Endbereich von Kolben und Stange geometrische Veränderungen 13 angebracht, die beim Eintritt in die veränderte Geometrie 12 des Zylindergehäuses einen Druckstau des rücklaufenden Fluids bewirken.

Die Geschwindigkeit des Zylinders wird über die Fördermenge der Hydraulikpumpe 1 im Zulauf zum Zylinder bestimmt. Eine Dämpfungswirkung entsteht nur dann, wenn die Menge im Zulauf zum Zylinder reduziert wird. Eine Reduzierung kann hierbei nur dadurch erreicht werden, indem entweder der Regler R der Pumpe 1 oder ein in den Hydraulikkreis geschaltetes Überdruckventil 7 anspricht. Das Ansprechen des Pumpenreglers bzw. des Überdruckventils wird dabei durch den Zulaufdruck erreicht, was bedeutet, dass der Staudruck auf der Ablaufseite entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Hydraulikzylinders ansteigen muss. Das Ansprechen des Druckreglers der Pumpe bzw. des Überdruckventils erfolgt je nach Maschinengröße zwischen 300 und 350 Bar Druck, so dass auf der Zulaufseite des Hydraulikzylinders ein Staudruck von 600 bis 700 Bar erforderlich ist.

Der Staudruck wird über eine Drosselung am Ringspalt und speziellen Drosselquerschnitten erreicht, wobei die Drosselwirkung am Ringspalt stark abhängig von den Fertigungstoleranzen und der Viskosität des Fluids ist. Aufgrund dieser Abweichungen von Geometrie- und Fluidkenngrößen ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass entweder der Staudruck nicht ausreicht, um die Regelorgane zu aktivieren, oder dass der Staudruck so hoch ansteigt, dass die Festigkeit des Zylindergehäuses gefährdet wird.

Aufgrund dieser Unzulänglichkeiten wurde bereits eine elektrische Abschaltung des Zu- und Ablaufs vorgeschlagen. Bei Systemen mit elektrohydraulischer Vorsteuerung bietet sich eine elektrische Abschaltung an, bei der ein Endschalter pro Bewegungsrichtung des Zylinders vorgesehen ist. Kurz vor Erreichen der Endlage des Zylinders wird ein entsprechender Endschalter überfahren, durch dessen Signal die Steuereinrichtung das entsprechende Wegeventil abschaltet. Es erfolgt hierdurch ein Bremsen der Bewegung in Abhängigkeit der Schaltgeschwindigkeit des Wegeventils.

Bei dieser Lösung wird jedoch regelmäßig zu früh oder zu spät angehalten, was einerseits bedeutet, dass die Kinematik nicht vollständig ausgenutzt wird oder doch der mechanische Endanschlag des Hydraulikzylinders mit zu hoher Geschwindigkeit erreicht wird. Bei unkontrolliertem Abschalten entstehen zudem Druckspitzen auf der Ablaufseite und Füllungsmangel auf der Zulaufseite, welche zur erhöhten Belastung der Leitungen und Hydraulikkomponenten führen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren sowie eine verbesserte Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern der jeweils eingangs genannten Art zu schaffen, die Nachteile des Standes der Technik vermeiden und letzteren in vorteilhafter Weise weiterbilden. Vorzugsweise soll ein Auffahren auf den mechanischen Endanschlag mit zu hoher Geschwindigkeit sicher vermieden und dabei dennoch die Kinematik des Hydraulikzylinders vollständig ausgenutzt werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 sowie eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 7 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Es ist also erfindungsgemäß eine Geschwindigkeitserfassungseinrichtung vorgesehen, die die Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders vor Erreichen der jeweiligen Endlage erfasst. Die Steuereinrichtung, die das Strömungssteuerorgan zur Drosselung des Zulaufs bzw. Ablaufs ansteuert, umfasst eine Verzögerungsein-

richtung, mit Hilfe derer der Anfangszeitpunkt der Drosselung in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit verändert wird.

Das Strömungssteuerorgan wird also je nach erfasster Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders früher oder später betätigt, so dass die Bewegungsdämpfung bzw. Geschwindigkeitsreduzierung des Hydraulikzylinders früher oder später einsetzt. Dabei kann die Bewegungsdämpfung insbesondere derart an die Bewegungsgeschwindigkeit angepasst werden, dass einerseits das Erreichen des mechanischen Endanschlages erfolgt, andererseits das Erreichen des Endanschlages jedoch nur mit der gewünschten Minimalgeschwindigkeit erfolgt.

Um die Bewegungsdämpfung an die erfasste Geschwindigkeit anzupassen, könnte grundsätzlich die Drosselgeschwindigkeit des Strömungsorgans, d.h. die Geschwindigkeit, mit der der Mengenstrom heruntergefahren wird, verändert werden. Um eine einfache Steuerung zu erlauben, ist in Weiterbildung der Erfindung jedoch vorzugsweise vorgesehen, dass die Drosselgeschwindigkeit des Strömungssteuerorgans unabhängig von der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders vorgegeben wird. Die Anpassung der Bewegungsdämpfung wird also allein dadurch erreicht, dass der Anfangszeitpunkt der Drosselung bzw. der Betätigungszeitpunkt des Strömungssteuerorgans in Abhängigkeit der erfassten Geschwindigkeit verschoben wird. Allerdings ist es hier durchaus möglich, bei Verwendung mehrerer Strömungssteuerorgane die Betätigungszeitpunkte der Steuerorgane unterschiedlich zu verschieben, so dass sich insgesamt eine unterschiedliche Dämpfungscharakteristik ergibt. Allerdings kann auch hier für jedes der Steuerorgane die Drosselgeschwindigkeit an sich gleichgehalten werden.

Zweckmäßigerweise wird der Dämpfungsbeginn mit abnehmender Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders verzögert, d.h. zeitlich nach hinten hinaus geschoben.

Die Anpassung des Anfangszeitpunkts der Dämpfung an die Bewegungsgeschwindigkeit kann grundsätzlich in verschiedener Art und Weise erfolgen. Um die Steue-

rungsanordnung jedoch einfach zu halten, ist in Weiterbildung der Erfindung die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass ein fester Anfangszeitpunkt immer dann vorgegeben wird, wenn die erfasste Bewegungsgeschwindigkeit größer oder gleich einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit ist, d.h. also die von der Kolbenstellungserfassungseinrichtung erfasste Vorendstellung mit einer Grenzgeschwindigkeit oder einer noch größeren Geschwindigkeit überfahren wird. In diesem Fall wird die Dämpfung unmittelbar eingeleitet. Liegt die in der Vorendstellung erfasste Bewegungsgeschwindigkeit jedoch unter der Grenzgeschwindigkeit, wird der Anfangszeitpunkt der Dämpfung um eine gewisse Zeitspanne verzögert. Die Zeitspanne, um die der Anfangszeitpunkt der Dämpfung bzw. der Zeitpunkt der Betätigung des Strömungssteuerorgans verschoben wird, kann durch die Steuereinrichtung variabel festgelegt werden. Vorzugsweise verändert die Steuereinrichtung die Zeitspanne, um die die Dämpfung verschoben wird, proportional zu der erfassten Geschwindigkeit bei Erreichen der Vorendstellung.

Die Geschwindigkeitserfassungseinrichtung kann in Weiterbildung der Erfindung zwei hintereinander angeordnete Endsignalgeber aufweisen, die kurz vor Erreichen der Endstellung des Kolbens überfahren werden, sowie eine Zeiterfassungseinrichtung umfassen, die die Zeitspanne zwischen den Signalen der beiden Endsignalgeber erfasst. Das Signal der Zeiterfassungseinrichtung, das die genannte Zeitspanne zwischen den Signalen der beiden Endsignale wiedergibt, bildet das Geschwindigkeitssignal, das die Steuereinrichtung der Ansteuerung des Strömungssteuerorgans zugrundelegt.

Die erfasste Zeitspanne, die das Überfahren der beiden hintereinander angeordneten Endsignalgeber dauert, wird sodann in einer Vergleichseinrichtung der Steuereinrichtung mit einer vorgegebenen Zeitspanne verglichen. Ist die Differenz negativ, d.h. die erfasste Zeit kleiner als die vorgegebene Zeit, wird der feste, frühest mögliche Anfangszeitpunkt der Dämpfung von der Steuereinrichtung bestimmt. Ist die Differenz positiv, d.h. die erfasste Zeit größer als die vorgegebene Zeit, wird der Betrag der Differenz der Verzögerung des Dämpfungsbeginns zugrundegelegt. Ins-



besondere kann der Anfangszeitpunkt um den Betrag der bestimmten Differenz nach hinten verschoben werden.

Die Geschwindigkeitserfassungseinrichtung bzw. deren Endsignalgeber können grundsätzlich an verschiedener Stelle angeordnet und dem Hydraulikzylinder zugeordnet sein. Um eine einfache Anordnung zu schaffen und für beide Endstellungen nur ein Paar Endsignalgeber vorsehen zu müssen, können an der Kolbenstange des Hydraulikzylinders und/oder einem damit gekoppelten Detektionsgeber erste und zweite Markierungen vorgesehen sein, die jeweils einer der beiden Endstellungen bzw. Vorendstellungen des Kolbens entsprechen. Beide Markierungen können von einem entsprechend angeordneten Endsignalgeberpaar erfasst werden. Es ist dementsprechend nur eine Erfassungseinrichtung zur Erfassung beider Endstellungen bzw. nur eine Erfassungseinrichtung zur Erfassung der Geschwindigkeit bei Erreichen beider Endstellungen vorgesehen.

Die Erfassungseinrichtungen können vorzugsweise in den Hydraulikzylinder integriert sein, insbesondere im Bereich des Kragens des Hydraulikzylinders angeordnet sein, durch den die Kolbenstange austritt.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann auch ein vom Hydraulikzylinder separater, mit diesem jedoch gekoppelter Detektionsgeber vorgesehen sein, der sich entsprechend der Bewegung des Hydraulikzylinders bewegt. Insbesondere kann hier eine rotatorische Drehscheibe vorgesehen sein, die zwei Markierungen der vorgenannten Art aufweist. Die Stellung der Markierungen können durch entsprechende Endsignalgeber erfasst werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines hydraulischen Antriebssystems für zwei Hydraulikzylinder eines Hydraulikbaggers mit einer Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung nach einer vorteilhaften Ausführung der vorliegen-

den Erfindung, wobei das Antriebssystem als Dreipumpensystem dargestellt ist;

- Fig. 2: ein Stromzeitdiagramm, das den Verlauf des Ansteuerstroms für die Wegeventile des hydraulischen Antriebs aus Fig. 1 zur Erreichung der gewünschten Bewegungsdämpfung zeigt,
- Fig. 3: die Anordnung der Endsignalgeber zur Erfassung einer Vorendstellung und Geschwindigkeit des Kolbens des Hydraulikzylinders nach einer Ausführung der Erfindung, bei der vier Endsignalgeber vorgesehen sind, die eine Markierung an der Kolbenstange erfassen,
- Fig. 4: eine schematische Darstellung einer mit der Kolbenstange des Hydraulikzylinders gekoppelten Detektionsscheibe sowie die zugehörige Anordnung der Endsignalgeber einer Erfassungseinrichtung zur Erfassung der Vorendstellung und der Geschwindigkeit des Hydraulikzylinders für beide Bewegungsrichtungen,
- Fig. 5: eine schematische Darstellung einer in den Hydraulikzylinder integrierten Einrichtung zur Erfassung der Kolbenstellung und der Kolbengeschwindigkeit,
- Fig. 6: eine schematische Darstellung einer in den Hydraulikzylinder integrierten Einrichtung zur Erfassung der Vorendstellung und der Geschwindigkeit des Kolbens des Hydraulikzylinders nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, und
- Fig. 7: eine schematische Darstellung eines hydraulischen Einpumpenantriebs eines Hydraulikzylinders mit hydraulischer Bewegungsdämpfung nach dem Stand der Technik.

Wie Figur 1 zeigt, werden die Hydraulikzylinder 10 und 11, die beispielsweise die Hubzylinder eines Hydraulikbaggers sein können, von einem Hydraulikantrieb angetrieben, der drei Hydraulikpumpen 1, 2 und 3 aufweist, die jeweils über einen Regler R geregelt werden können. Die drei Hydraulikpumpen 1, 2 und 3 sind über jeweils ein Wegeventil 4, 5 und 6 mit den Hydraulikzylindern 10 und 11 verbunden, die ebenfalls parallel zueinander geschaltet sind. Durch die Wegeventile 4, 5 und 6 können in an sich bekannter Weise die Zu- und Abläufe der Hydraulikzylinder 10 und 11 von den jeweiligen Pumpen 1, 2 und 3 abgetrennt und abgesperrt oder mit der Pumpe in Strömungsverbindung gebracht werden, wobei die Strömungsrichtung umkehrbar ist, so dass die Hydraulikzylinder ausgefahren und eingefahren werden können. Stromauf der Wegeventile 4, 5 und 6 sind in die von den Pumpen 1, 2 und 3 abgehenden Druckleitungen Überdruckventile 7, 8 und 9 geschaltet, über die Hydraulikfluid in den Tank 14 abgelassen werden kann. Auch die Wegeventile 4, 5 und 6 sind über entsprechende Leitungen mit dem Tank 14 verbunden, um in der abgesperrten Stellung das von der Pumpe geförderte Fluid sowie bei entsprechender Schaltstellung von den Hydraulikzylindern zurücklaufendes Fluid in den Tank zu führen.

Die Wegeventile 4, 5 und 6 werden von einer elektronischen Steuereinrichtung 15 angesteuert, um die Bewegung der Hydraulikzylinder 10 und 11 zu steuern.

Die Bewegung der Hydraulikzylinder 10 und 11 wird einerseits von einer Stellungserfassungseinrichtung 17 überwacht, die die Annäherung der Kolbenstange an deren beiden Endstellungen anzeigt, insbesondere das Erreichen einer Vorendstellung angibt. Andererseits wird mittels einer Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 16 die Geschwindigkeit der Kolbenstange der Hydraulikzylinder 10 und 11 erfasst, wenn diese die genannte Vorendstellung erreichen.

Die Geschwindigkeitserfassung und die Erfassung der Vorendstellung kann in verschiedener Art und Weise erfolgen. Figur 3 zeigt eine Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 16 in einfachster Form. Dabei erfolgt die Geschwindigkeitserfassung in jeder der Vorendstellungen des Kolbens der Hydraulikzylinder mittels zweier End-

schalter  $S_1$  und  $S_2$  bzw.  $S_3$  und  $S_4$ . An der Kolbenstange 18 ist eine Markierung angebracht, die von den Endschaltern  $S_1$  bis  $S_4$  erfasst wird, wenn die Kolbenstange daran vorbeibewegt wird. Die Endschalter können mechanische Schalter oder Induktivgeber sein. Den Endschaltern  $S_1$  bis  $S_4$  ist eine Zeiterfassungseinrichtung 19 in der Steuereinrichtung 15 zugeordnet, die die Zeitspanne bestimmt, die das Überfahren der nacheinander angeordneten Endschalter  $S_1$  und  $S_2$  bzw.  $S_3$  und  $S_4$  dauert. Die Zeit, die das Überfahren eines Endschalterpaares dauert, ist ein Maß für die Kolbengeschwindigkeit bei Erreichen der Vorendstellung.

Eine vereinfachte Lösung einer Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 16 zeigt Figur 4. Hierbei sind die Endschalter  $S_1$  und  $S_2$  nicht direkt am Hydraulikzylinder angeordnet bzw. nicht direkt der Kolbenstange 18 zugeordnet, sondern sind am Drehpunkt entsprechender Ausrüstungsteile angebracht, die von den Hydraulikzylindern 10 und 11 relativ zueinander bewegt werden. Beispielsweise kann die rotatorische Detektionsscheibe 20 mit einem bewegten Teil wie z. B. am Löffel mit dem Lagerbock eines Hydraulikbaggers verbunden sein bzw. von einem Teil des Lagerbocks gebildet sein. Die Endschalter in Form von Induktivgebern  $S_1$  und  $S_2$  können mit dem Gegenstück, z. B. dem Stiel des Hydraulikbaggers, verbunden sein. Die Markierungen 21, 22 sind derart an der Detektionsscheibe 20 angebracht, dass sie die Endschalter  $S_1$  und  $S_2$  erreichen, wenn der Hydraulikzylinder jeweils eine seiner Vorendstellungen erreicht.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 16 zeigt Figur 5. Bei dieser Ausführung wird der Weg des Kolbens über Markierungen an der Zylinderstange bzw. Kolbenstange 18 und entsprechenden Endschaltern bzw. Sensoren  $S_1$  und  $S_2$  über den kompletten Weg des Kolbens erfasst. Die Sensoren  $S_1$  und  $S_2$  befinden sich im drucklosen Bereich des Kolbenstangenlagers. Ein solches relatives Messsystem ist zweckmäßigerweise mit einer Referenznull versehen, die bei jedem Start der Maschine mindestens einmal überfahren wird.

Für die vorliegende Bewegungsdämpfung bevorzugt ist im Vergleich dazu die in Figur 6 gezeigte Ausbildung der Stellungs- und Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 16 bzw. 17. Der Weg der Kolbenstange 18 wird nur im Bereich der beiden Endlagen erfasst, was völlig ausreichend ist für Hydraulikzylinder, bei denen nur die erfindungsgemäße Bewegungsdämpfung stattfinden soll. Die Endschalter  $S_1$  und  $S_2$  sind wiederum im Bereich des Kolbenstangenlagers in den Hydraulikzylinder integriert und erfassen Markierungen auf der Kolbenstange 18, die in deren Endbereichen vorgesehen sind. Erreichen die Markierungen 21 bzw. 22 die Endschalter bzw. Endsignalgeber  $S_1$  und  $S_2$ , geben diese ein Signal ab, so dass in der zuvor beschriebenen Weise zum einen das Erreichen der Vorendstellung des Kolbens angezeigt und andererseits die dabei vorhandene Geschwindigkeit des Kolbens erfasst bzw. bestimmt werden kann.

Die in Figur 1 gezeigte Steuereinrichtung 15 betätigt die Wegeventile 4, 5 und 6 bei Erreichen der Vorendstellungen in Abhängigkeit der dabei erfassten Geschwindigkeit folgendermaßen:

Wie Figur 2 zeigt, wird eine Bewegung der Hydraulikzylinder 10 und 11 durch die Ansteuerung der Wegeventile 4, 5 und 6 im Punkt P1 eingeleitet. Der Ansteuerstrom wird zunächst auf einen 10%igen Wert wie 10 erhöht, so dass der Bewegungsbeginn der Hydraulikzylinder im Punkt 2 angenommen werden kann. Der Druckaufbau und die Beschleunigung der Hydraulikzylinder 10 und 11 erfolgt entlang der Steuerrampe zwischen den Punkten P2 und P3. Die Hydraulikzylinder erreichen ihre Maximalgeschwindigkeit bei 90%igem Ansteuerstrom  $I_{90}$ , der im Punkt P3 des Diagramms aus Figur 2 erreicht wird. Von dort wird auf den Maximalstrom  $I_{max}$  in Punkt P4 gegangen, so dass die Hydraulikkolben mit voller Geschwindigkeit fahren.

Wird der Kolben dementsprechend bis zu einer seiner Endstellungen gefahren, wird zunächst der in Bewegungsrichtung erste Endsignalgeber  $S_1$  überfahren. Im Diagramm Punkt P5 gemäß Figur 2 wird der Hydraulikzylinder noch mit voller Geschwindigkeit gefahren, wobei der erste Endsignalgeber  $S_1$  sein Signal abgibt. Hier

wird je nach Ausrüstungskomponente ein Steuerkolben eines der Wegeventile 4 oder auch mehrere Steuerkolben mehrerer Wegeventile 4 und 5 schlagartig abgesteuert, so dass der entsprechende Ansteuerstrom für diese Wegeventile sprunghaft vom Punkt P5 auf Punkt P6, d.h. auf Null fällt. Die Steuerkolben folgen dabei dem Strom entsprechend ihrer dynamischen Eigenschaft.

Die verbleibenden Steuerkolben werden weiter mit zunächst vollem Ansteuerstrom  $I_{\max}$  angesteuert, bis auch der zweite Endsignalgeber  $S_2$  überfahren wird und sein entsprechendes Signal abgibt. In der Zeiterfassungseinrichtung 19 der Steuereinrichtung 15 wird dabei die Zeit  $t_k$  bestimmt, die zum Überfahren beider Endsignalgeber  $S_1$  und  $S_2$  benötigt wurde. Eine Vergleichs- und Differenzbildungseinrichtung 23 in der Steuereinrichtung 15 vergleicht den erfassten Wert  $t_k$  der Zeitspanne, der ein Maß für die Geschwindigkeit des Hydraulikzylinders ist, mit einem vorgegebenen Wert  $t_s$ . Ist die erfasste Zeit  $t_k$  kleiner oder gleich dem Wert  $t_s$ , so erfolgt der Dämpfungsvorgang entlang der Linie zwischen den Punkten P7, P8, P9, P10, P11, P12. Dies bedeutet, dass die erfasste Kolbengeschwindigkeit größer oder gleich einer Grenzgeschwindigkeit war. Der Dämpfungsvorgang wird unmittelbar eingeleitet.

Ist die erfasste Zeit  $t_k$  jedoch größer als der vorgegebene Wert  $t_s$ , so erfolgt die Dämpfung zeitversetzt, und zwar entlang der Linie zwischen den Punkten P7', P8', P9', P10', P11' und P12'. Der Zeitversatz  $t_F$  wird von der Steuereinrichtung 15 dabei proportional zur zeitlichen Überschreitung von  $t_s$ , d.h. proportional zu dem Betrag gewählt, um den die erfasste Zeit  $t_k$  größer als die vorgegebene Zeit  $t_s$  ist.

Der nicht verzögerte Dämpfungsvorgang entlang der Linie zwischen den Punkten P7 und P12 sowie der zeitverzögerte Dämpfungsvorgang entlang der Linie zwischen den Punkten P7' bis P12' kann wie folgt beschrieben werden:

Zunächst wird der Ansteuerstrom für die verbleibenden Wegeventile 6 bis n, d.h. für die Wegeventile, die nicht gleich bei Überfahren des ersten Endsignalgebers  $S_1$  zurückgefahren wurden, auf den Sprungwert  $I_s$  zurückgefahren. Durch den Sprung

werden die Steuerkolben der Wegeventile schlagartig in eine Position gebracht, ab der eine Bremswirkung auf der Ablaufseite der Hydraulikzylinder 10 und 11 erfolgt.

Das Bremsen erfolgt dann entlang der Dämpfungsrampe von dem Punkt P8 zum Punkt P9 bzw. vom Punkt P8' zum Punkt P9'. Je nach Anzahl der verbleibenden Steuerkolben läuft ein Kolben entlang der Dämpfungsrampe weiter bis zu den Punkten P11 bzw. P11', wo er dann jeweils abgeschaltet wird, d.h. der Strom wird zurückgefahren auf Null, wie dies die Punkte P12 bzw. P12' angeben.

Der noch verbleibende Steuerkolben des einen Wegeventils wird entlang einer Stellerrampe vom Punkt P9 zum Punkt P10 bzw. P9' und P10' angesteuert, wo er dann in Punkt P10 den Auslaufstrom  $I_A$  erreicht. Mit dem Auslaufstrom ist ein Erreichen der Endposition bei voller Zylinderkraft möglich.

Die Absteuerung wird bei Punkt P13 durch Loslassen des Handsteuergebers eingeleitet. Der Strom verläuft entlang der Sprungrampe vom Punkt P13 zum Punkt P14 und wird dann abgeschaltet entlang der Linie vom Punkt P14 zum Punkt P15.

Es versteht sich, dass der Dämpfungsvorgang in die Gegenrichtung nach dem gleichen Schema abläuft. Die Detektion und Richtungserkennung erfolgt in umgekehrter Richtung.

Wird anstelle der drei Pumpen 1, 2 und 3 nur eine Pumpe zur Speisung der Hydraulikzylinder verwendet, versteht es sich, dass bei Überfahren des ersten Endsignalgebers  $S_1$  der Steuerkolben des entsprechenden Wegeventils noch nicht abgeschaltet wird. Das Gesamtprozedere erfolgt dann geschwindigkeitsabhängig ab dem Überfahren des zweiten Endsignalgebers  $S_2$ . Es können grundsätzlich  $n$  Pumpen verwendet werden.

05.12.02 76

05.12.2002  
02907-02 T/sh

**Liebherr-France SAS**  
**F-68005 Colmar/Cedex**

---

**Verfahren und Vorrichtung zur Bewegungsämpfung von Hydraulikzylindern  
mobiler Arbeitsmaschinen**

---

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Bewegungsämpfung von Hydraulikzylindern (10, 11) mobiler Arbeitsmaschinen, insbesondere Hydraulikbaggern, bei dem vor Erreichen einer der Endlagen des Hydraulikzylinders (10, 11) dessen Bewegungsgeschwindigkeit reduziert und der Hydraulikzylinder (10, 11) mit reduzierter Geschwindigkeit in die jeweilige Endlage gefahren wird, wobei zur Geschwindigkeitsreduzierung mittels eines Strömungssteuerorgans (4, 5, 6) der Zulauf und/oder der Ablauf des Hydraulikzylinders (10, 11) gedrosselt wird, dadurch gekennzeichnet, dass vor Erreichen der jeweiligen Endlage die Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders (10, 11) erfasst und in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit der Anfangszeitpunkt (P7, P7') der Drosselung verändert wird.



2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Drosselgeschwindigkeit des Strömungssteuerorgans (4, 5, 6) unabhängig von der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders (10, 11) vorgegeben wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dämpfungsbeginn (P7, P7') mit abnehmender erfasster Bewegungsgeschwindigkeit verzögert wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein fester Anfangszeitpunkt (P7) vorgegeben wird dann, wenn die erfasste Bewegungsgeschwindigkeit größer oder gleich einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit ist, und wobei der Anfangszeitpunkt (P7') um eine Zeitspanne, ( $t_F$ ) bezüglich des festen Anfangszeitpunkts (P7) verzögert wird dann, wenn die erfasste Bewegungsgeschwindigkeit kleiner der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit ist.
5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zeitspanne ( $t_F$ ) in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit verändert, vorzugsweise proportional zur erfassten Bewegungsgeschwindigkeit gewählt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor Erreichen der jeweiligen Endlagen zwei hintereinander angeordnete Endsignalgeber ( $S_1$ ,  $S_2$ ) überfahren werden, die Zeitspanne ( $t_K$ ) zwischen dem Überfahren der beiden Endsignalgeber ( $S_1$ ,  $S_2$ ) erfasst wird, aus der erfassten Zeitspanne ( $t_K$ ) und einer vorgegebenen Zeitspanne ( $t_S$ ) eine Zeitdifferenz ( $\delta t$ ) bestimmt wird und entsprechend der Zeitdifferenz ( $\delta t$ ) eine Verzögerung ( $t_F$ ) des Anfangszeitpunkts (P7') der Dämpfung bestimmt wird.
7. Vorrichtung zur Bewegungsdämpfung von Hydraulikzylindern mobiler Arbeitsmaschinen, insbesondere Hydraulikbaggern, nach dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Stellungserfassungseinrichtung (17) zur Erfassung einer Vorendstellung des Hydraulikzylinders (10, 11),

einem Strömungssteuerorgan (4, 5, 6) zur Drosselung des Zulaufs und/oder des Ablaufs des Hydraulikzylinders (10, 11), sowie einer Steuereinrichtung (15) zur Ansteuerung des Strömungssteuerorgans (4, 5, 6) bei Erreichen der Vorendstellung, dadurch gekennzeichnet, dass eine Geschwindigkeitserfassungseinrichtung (16) zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders bei Erreichen der Vorendstellung vorgesehen ist und die Steuereinrichtung (15) eine Verzögerungseinrichtung zur Verzögerung der Ansteuerung des Strömungssteuerorgans (4, 5, 6) in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgeschwindigkeit aufweist.

8. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Geschwindigkeitserfassungseinrichtung (16) zwei hintereinander angeordnete Endsignalgeber ( $S_1$ ,  $S_2$ ) aufweist und eine Zeiterfassungseinrichtung (19) vorgesehen ist, die die Zeitspanne ( $t_K$ ) zwischen den Signalen der beiden Endsignalgeber ( $S_1$  und  $S_2$ ) erfasst.
9. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei einer der Endsignalgeber ( $S_1$ ,  $S_2$ ) gleichzeitig die Stellungserfassungseinrichtung (17) bildet.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an der Kolbenstange (18) des Hydraulikzylinders (10, 11) und/oder einem damit gekoppelten Detektionsgeber (20) erste und zweite Markierungen (21, 22) vorgesehen sind, die jeweils einer der beiden Vorendstellungen entsprechen und die beide von der Stellungserfassungseinrichtung (17) und/oder der Geschwindigkeitserfassungseinrichtung (16) erfassbar sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geschwindigkeitserfassungseinrichtung (16) in den Hydraulikzylinder (10, 11) integriert ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geschwindigkeitserfassungseinrichtung (16) separat von dem Hydraulikzylinder (10, 11) angeordnet und einem Detektionsgeber (20) zugeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (15) eine Vergleichseinrichtung (23) zum Vergleichen der erfassten Zeitspanne ( $t_k$ ) mit einer vorgegebenen Zeitspanne ( $t_s$ ) und zur Bildung der Differenz zwischen den beiden Zeitspannen ( $t_k$ ,  $t_s$ ) aufweist und die Verzögerungseinrichtung einen Verzögerungsgeber aufweist, der in Abhängigkeit der bestimmten Differenz, vorzugsweise proportional hierzu, die Verzögerung ( $t_F$ ) der Ansteuerung des Strömungssteuerorgans (4, 5, 6) vorgibt.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Stellungserfassungseinrichtung (17) einem Gelenkpunkt zweier Bauteile des von dem Hydraulikzylinder (10, 11) angetriebenen Bewegungsstrangs zugeordnet ist und die Stellung der beiden Bauteile zueinander erfasst.

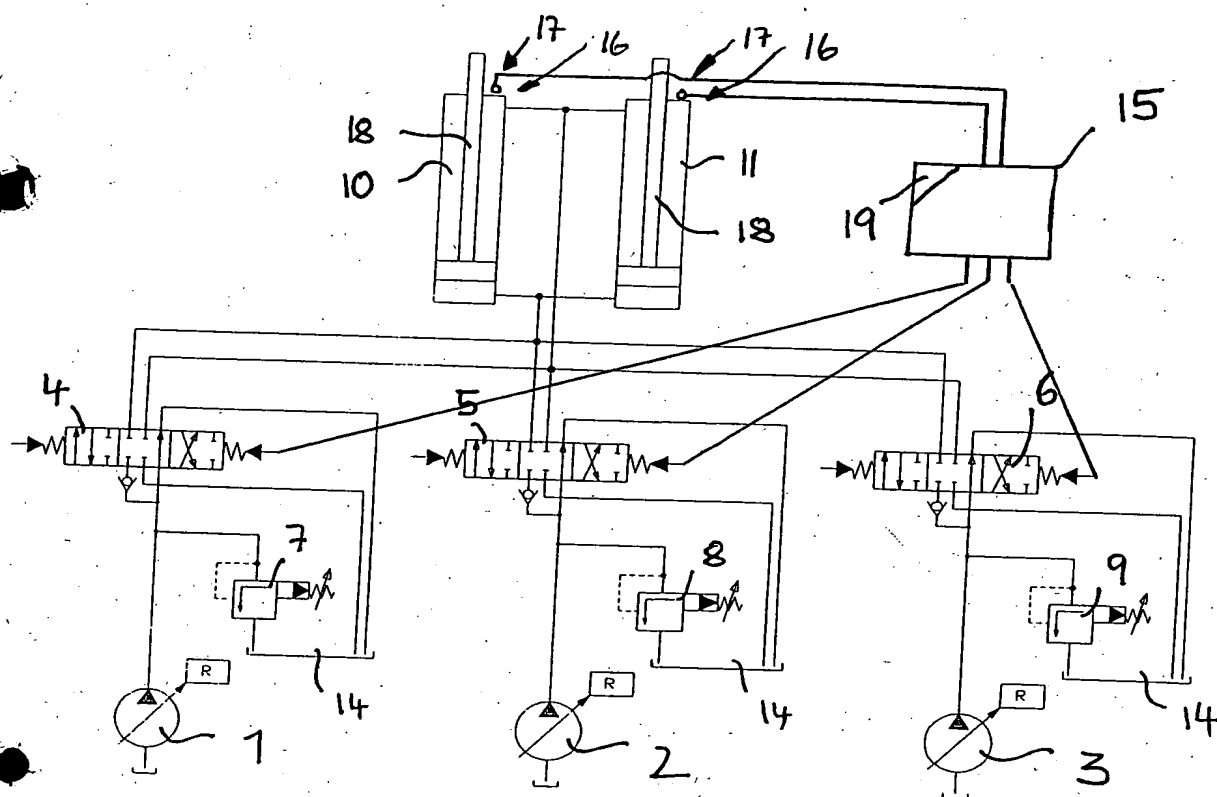


Fig. 1

